

Министерство образования и науки Российской Федерации
КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. В.И. Ульянова-Ленина

На правах рукописи



СТРИЖЕНОК АЛИЯ АКСЯНОВНА

**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЗОН РАЗВИТИЯ ТРЕЩИНОВАТОСТИ
НЕФТЕГАЗОНОСНЫХ КАРБОНАТНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ КОМПЛЕКСОМ
АЭРОКОСМОГЕОЛОГИЧЕСКИХ И ГЕОЛОГО-ПРОМЫСЛОВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
(на примере месторождений Татарстана)**

Специальность 25.00.12 - «Геология, поиск и разведка горючих
ископаемых»

АВТОРЕФЕРАТ
ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА ГЕОЛОГО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКИХ НАУК

Казань - 2007

Работа выполнена в Татарском научно-исследовательском и
проектном институте нефти (ТатНИПИнефть) ОАО «Татнефть» (г.Бугульма)

- НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ:** - доктор геолого-минералогических наук,
академик РАЕН, АГН РФ, профессор
Хисамов Раис Салихович
- ОФИЦИАЛЬНЫЕ ОППОНЕНТЫ:** - доктор геолого-минералогических наук,
профессор Трофимов Владимир Алексеевич (ИГиРГИ)
- доктор геолого-минералогических наук,
доцент Успенский Борис Вадимович (КГУ)
- ВЕДУЩАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ:** ОАО «УНПП НИПИнефть» (г. Ижевск)

Защита состоится 27.04.07 в 14 часов на заседании диссертационного совета Д.212.081.04
при Казанском государственном университете по адресу: г. Казань, ул. Кремлевская, 18.

С диссертацией можно ознакомиться в Научной библиотеке им. Н.И.Лобачевского
Казанского государственного университета.

Автореферат разослан «26» марта 2007г.

Ученый секретарь диссертационного совета,
кандидат геолого-минералогических наук,
доцент

Д. И. Хасанов



ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность.

Высокая разведанность недр и большая степень выработанности месторождений Татарстана показывает, что воспроизводство сырьевой базы республики требует пересмотра и уточнения сложившихся представлений о геологическом строении осадочного чехла нефтегазоносных территорий, привлекая новые методы изучения как на поисково-разведочной стадии, так и на этапе освоения месторождений нефти. Особая роль при воспроизводстве запасов полезных ископаемых отводится изучению карбонатных коллекторов, являющихся резервом по обеспечению достигнутого к настоящему времени уровня добычи углеводородов.

В условиях, когда месторождения региона находится на поздней стадии разработки, одной из основных задач становится увеличение и достижение стабильности добычи углеводородного сырья на основе внедрения в нефтепоисковую практику различных технологий повышения нефтеотдачи пластов. Одним из таких направлений является изучение трещиноватости пород-коллекторов и освоение их горизонтальными скважинами (ГС). В связи с этим, резко возрос интерес к научным исследованиям, повышающим надежность прогнозирования зон развития трещиноватости, позволяющим обоснованно спроектировать размещение горизонтально направленных скважин.

Применение аэрокосмогеологических исследований обуславливает возможность изучения геодинамической напряженности отложений, определения направления их преимущественной трещиноватости и выявление зон с различной плотностью тектонической трещиноватости, т. е. возрастающий поток материалов дистанционных съемок с космических кораблей позволяет многократно получать разновременную спектрально-информацию о строении практически любого участка Земли. В частности, на основе разномасштабных материалов дистанционных съемок осуществляется комплексное изучение трещин земной коры разного ранга: от трещиноватости горных пород, наблюдаемой на ограниченных участках в керне и обнажениях, до сети линейных разрывных структур обширных территорий.

Использование материалов АКГИ на различных циклах геолого-разведочного процесса способствует снижению объемов капитальных вложений, что в условиях рыночной экономики служит решающим обстоятельством рентабельности добычи полезных ископаемых. Это обстоятельство и обуславливает актуальность данной диссертационной работы.

Цель работы.

Разработка методики выявления интенсивности и преимущественного направления трещиноватости нефтегазоносных карбонатных отложений на основе комплекса аэрокосмогеологических, промыслово-геологических и палеоструктурных исследований для повышения эффективности разработки месторождений нефти и газа.

Основные задачи.

1. Структурное дешифрирование материалов дистанционных съемок и линеаментный анализ его результатов для дифференциации плотности трещиноватости нефтегазоносных отложений.
2. Изучение механизма индикации тектонической трещиноватости геолого-промысловыми характеристиками продуктивных пластов.
3. Исследование структурно-тектонического развития месторождений для определения основных направлений и зон разгрузки тектонических напряжений разрабатываемых горизонтов.
4. Оценка зависимости между продуктивностью горизонтальных скважин и зонами различной плотности прогнозной трещиноватости и углами вскрытия горизонтальными стволами зон трещиноватости.

Научная новизна.

1. Впервые установлено соответствие тектонической трещиноватости пород конкретных стратиграфических подразделений осадочного чехла к определенным направлениям линеаментной трещиноватости.
2. Выявлена возможность прогнозирования интенсивности тектонической трещиноватости пород по плотности линеаментов определенного направления.
3. Определены зависимости между продуктивностью и:
 - углами вскрытия горизонтальными стволами зоны трещиноватости разрабатываемых отложений;
 - плотностью трещиноватости конкретных участков разрабатываемых отложений.

Основные защищаемые положения.

1. Методика, разработанная на основе комплекса аэрокосмогеологических, геолого-промысловых и палеоструктурных исследований, позволяет прогнозировать направления преимущественной трещиноватости отложений и ее интенсивность.
2. Продуктивность горизонтальных скважин, пробуренных в зоне средней плотности трещиноватости вскрываемых отложений, больше продуктивности скважин, пробуренных в зонах минимальной и максимальной плотности.
3. Продуктивность горизонтальных скважин, заложенных под определенными углами относительно зоны преимущественной трещиноватости, больше продуктивности скважин, заложенных параллельно данной зоны.

Фактический материал и методы исследований.

В основу диссертации положены результаты обобщения проведенных автором аэрокосмогеологических исследований с использованием материалов геофизических работ, бурения глубоких скважин (более 500), анализа эксплуатационных характеристик вертикальных и

горизонтальных скважин (свыше 400), изучения геолого-промысловых характеристик разрабатываемых пластов, палеотектонических реконструкций исследуемых отложений со времени их литификации по настоящее. **Объекты исследований** - карбонатные отложения 301-303 залежей Ромашкинского (центральная часть Южно-Татарского свода), Тюгеевского (западный склон Южно-Татарского свода) и Коробковского участка Бавлинского (юго-восточный склон Южно-Татарского свода) месторождений Республики Татарстан. **Предмет и методы исследований** – прогноз тектонической трещиноватости комплексом аэрокосмогеологических, палеоструктурных и геолого-промысловых методов.

Практическая ценность и реализация работы.

Разработанная автором методика позволяет: 1) картировать блоковое строение фундамента и осадочного чехла; 2) определять направление преимущественной трещиноватости разрабатываемых отложений; 3) дифференцировать территорию по интенсивности тектонической трещиноватости разрабатываемых отложений; 4) рационально размещать рекомендуемые к бурению горизонтальные скважины.

Методика применима в эколого-гидрогеологических исследованиях для выявления участков разуплотнения водовмещающих отложений зоны активного водообмена, в индикаторных исследованиях для выявления направления движения меченой жидкости, что помогает регулировать фронт и объемы закачки вод в недра для поддержания пластового давления.

Материалы исследований использованы при составлении программ геологоразведочных работ ОАО «Татнефть» и технологических схем разработки месторождений: Тюгеевское, Чегодаевское, Уратьминское, Онбийское, Тавельское, Ашальчинское, Красногорское, Ерсубайкинское, Акташско-Новоелховское месторождения западного склона ЮТС; Бавлинское месторождение юго-восточного склона ЮТС; Аксубаево-Мокшинское, Кутушское, Старо-Кадеевское, Пионерское, Максат, Аделяковское, Нурлатское месторождения восточного борта МВ; Абдрахмановская площадь, 301-303, 221 и 444 залежи Ромашкинского месторождения.

Результаты работ, проведенных по данной методике, учитывались при заложении горизонтальных скважин и проходке горизонтальными стволами продуктивных интервалов на 23 месторождениях Татарстана. С учетом рекомендаций автора исследований в пределах различных месторождений республики пробурено более 100 горизонтальных скважин, по которым получены промышленные притоки нефти из нижне- и среднекаменноугольных отложений

Геологической службой ОАО «Татнефть» (протокол № 04-4/562 от 04.06.1996 г.) аэрокосмогеологическая методика выявления направлений преимущественной трещиноватости карбонатных пород определена в качестве прикладного метода и рекомендована к применению при аналогичных исследованиях на месторождениях Татарстана.

Апробация работы и публикации.

Основные положения и выводы диссертации отражены в соответствующих научно-исследовательских отчетах ТатНИПИнефть по аэрокосмогеологической тематике, а также докладывались на международных и всероссийских конференциях молодых специалистов ОАО «Татнефть» в гг. Казани (2003), Альметьевске (2001); научно-технических конференциях в гг. Бугульме (2006), Казани (2002, 2003, 2005), Самаре (2005). По теме опубликовано семь печатных работ.

Объем и структура работы.

Диссертация состоит из введения, 7 разделов и заключения. Содержит 204 страниц машинописного текста, включая 45 рисунков, 8 таблиц, список литературы включает 147 наименований.

Работа выполнена в лаборатории аэрокосмогеологических исследований ТатНИПИнефть (г.Бугульма, Республика Татарстан) под научным руководством доктора геолого-минералогических наук, академика РАЕН, АГН РФ Р.С. Хисамова (ОАО «Татнефть») и консультанта, кандидата геолого-минералогических наук М.Н. Мингазова (ТатНИПИнефть), которым соискатель искренне признателен за ценные методические указания и всестороннюю помощь при написании диссертации. Учтены конструктивные советы Ибатуллина Р.Р., Шалина П.А., Боровского М.Я., Ибрагимова Р.Л., Хисамова Р.Б., Ахметова Н.З., Динмухамедова Р.Ш., Базаревской В.Г., Мироновой Л.М., Мусина К.М., Иктисанова В.А..

Автор благодарит сотрудников сектора аэрокосмогеологических исследований Хворонову Т. Н. и Аношину М. М. за помощь, оказанную в оформлении работы.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность настоящих исследований, определены цель и задачи, изложена научная и практическая значимость работы, сформулированы защищаемые положения.

В первой главе рассмотрены основные понятия и теоретические основы изучения трещиноватости горных пород, разновидности трещиноватости по генезису и возрастным генерациям, механизм образования и морфологическая характеристика трещин.

Основа развития трещинных коллекторов - тектонический фактор, определяющий степень и направленность вторичных изменений горных пород (литологические особенности и физические свойства). Отсюда, определяющую роль в формировании трещинных коллекторов играют тектонические трещины. Механизм возникновения трещин любого порядка, крупных дизъюнктивных нарушений согласно мнению большинства исследователей единый. Экспериментальными и теоретическими исследованиями показано, что возникновение разрывного нарушения подготавливается разрастанием самостоятельных мелких трещин на участках повышенной концентрации напряжений. Наибольшее значение в формировании трещинных коллекторов имеют зоны растяжения земной коры.

Вторая глава посвящена обзору существующих методов исследований трещиноватости горных пород.

К настоящему времени разработано довольно много приемов и методов изучения трещиноватости карбонатных коллекторов прямо или косвенно позволяющие судить о трещиноватости горных пород в недрах Земли: гравиразведка, магниторазведка (аэромагниторазведка), электроразведка, сейсморазведка МОГТ, вертикальное сейсмическое профилирование, сейсмолокации бокового обзора, геохимические и радиометрические, литолого-петрографические исследования, индикаторные и аэрокосмогеологические методы [4]. Значительный интерес по изучению трещиноватости горных пород представляют исследования Г.И. Амурского, З.М. Слепака, В.П. Степанова, В.П. Боронина, П.А. Шалина, А.А. Губайдуллина, И.А. Чиркина, М.Я. Боровского, Р.З. Мухаметшина, Б.В. Успенского, В.И. Гридина, В.А. Трофимова, А.Н. Амирова, В.К. Александрова и др. Однако далеко не все они находят широкое применение либо из-за невозможности получения надежных первичных количественных характеристик, либо из-за ограниченной возможности исследования [7].

В той или иной подробности описаны методы вертикального сейсмопрофилирования (ВСП), сейсмической локации бокового обзора (СЛБО), определения параметров микротрещиноватости пород по керну, аэрокосмогеологических исследований (АКГИ).

Краткая характеристика существующих методов изучения трещиноватости горных пород показывает, что каждый из них в отдельности не обеспечивает возможности получения

необходимой и достаточно достоверной искомой информации. Однако ее уровень может быть существенно повышен за счет своевременного и корректного комплексирования вспомогательных материалов и последовательного применения различных методов.

В **третьей** главе описаны основы и технология разработанной методики изучения трещиноватости нефтегазоносных карбонатных отложений [1].

Методика разработана на базе аэрокосмогеологических, палеоструктурных и геолого-промысловых исследований, позволяет определять современную геодинамику кристаллического фундамента и осадочного чехла, выявлять направление преимущественной трещиноватости отложений и дифференцировать трещиноватость по ее интенсивности (плотности) развития. В основе аэрокосмогеологических исследований лежит линеаментный анализ - дешифрирование разномасштабных и различного уровня генерализации космических снимков[3].

На первом этапе дешифрируются мелкомасштабные снимки континентального и регионального уровня генерализации (1:1000000, 1:500000) для выделения планетарной сети линеаментной трещиноватости. Благодаря их большой обзорности и высокой степени естественной генерализации появляется возможность выделять сеть многочисленных линеаментов разного ранга, трассировать их в виде сплошных или прерывистых линий на большие расстояния (трансрегиональные и региональные линеаменты), прослеживать в виде продолжения известных разломов. Региональная линеаментная сеть отождествляется с каркасом региональных разломов глубокого заложения.

Второй этап предполагает дешифрирование среднемасштабных и крупномасштабных снимков локального и детального уровней генерализации (1:200000, 1:100000) для выявления ареала дисперсии планетарной сети линеаментной трещиноватости.

Исходя из того, что линеаментная тектоника развита в соответствии с планетарной сетью, отдешифрированное линеаментное поле разбивается по простираниям согласно этим генеральным направлениям (0° , 45° , 90° , 135°). Учитывая местное влияние тектоники и рассеяние приложенных сил от генерального направления, общепланетарная сеть разбивается в ту или иную сторону в виде ореола рассеивания основных направлений (дисперсия планетарной сети: $0^{\circ} \pm 22,5^{\circ}$; $45^{\circ} \pm 22,5^{\circ}$; $90^{\circ} \pm 22,5^{\circ}$; $135^{\circ} \pm 22,5^{\circ}$). Таким образом, учитываются все направления-доминанты планетарной системы и местные искажения.

С помощью данной градусной палетки линеаментная сеть на исследуемых площадях разбивается на вышеперечисленные взаимоперпендикулярные направления. Далее, подсчитываются удельные длины линеаментов способом «скользящего окна» с 50% перекрытием шага «сканера» и по горизонтали, и по вертикали. Такой подсчет целесообразно делать для общего линеаментного поля и по выделенным четырем генеральным направлениям. Затем, по подсчитанным значениям строятся (в изолиниях) карты геодинамической напряженности пород

осадочного чехла. Карта, построенная на основе общего линеаментного поля, показывает напряженное состояние пород осадочного чехла; а карты, построенные на основе линеаментов соответствующих направлений, показывают простирающие преобладающей трещиноватости и ее интенсивность в породах соответствующих стратиграфических разделов.

Для стратиграфической привязки определенных направлений линеаментной трещиноватости к тектонической трещиноватости проводятся:

- палеотектонические построения – изучение геодинамики изучаемых отложений с целью определения ориентации структур и выявления основных направлений разгрузки тектонических напряжений земной коры в историческом аспекте, степени унаследованности тектонических движений со времени литификации данных отложений по новейшее время;

- исследование геолого-промысловых данных изучаемых отложений, которые, так или иначе характеризуют трещиноватость пород и дают представление о внутренней динамике, об анизотропности, и других свойствах неоднородности пласта. Используется два метода.

1. Анализ следующих геолого-промысловых характеристик пород:

- карты изобар от начала разработки и ко времени исследований;
- анализ эксплуатационных характеристик скважин;
- данные по выносу керна и изучение трещиноватости в шлифах пород;
- результаты гидродинамических исследований пласта и др.

2. По промысловым показателям рассчитывается угол направления преимущественной трещиноватости (с помощью специальной компьютерной программы). Суть расчетов:

- определяются углы между нулевым направлением и линиями, соединяющими скважины (φ_{ij});

- рассчитывается логарифм отношений дебитов скважин, соединенных отрезком по всем скважинам $\ln(Q_i/Q_j) = \ln(Q_i) - \ln(Q_j)$;

- строится график зависимости логарифма отношений дебитов относительно угла (φ).

Минимальные значения $\ln(Q_i/Q_j)$ показывают азимуты (φ_{ij}) простирающих зон максимальной (минимальной) трещиноватости, так как минимум разницы логарифмов дебитов наблюдается у скважин имеющих близкие дебиты.

В результате комплексного анализа данной совокупности информации параллельно с геолого-тектоническими и палеотектоническими построениями трассируются направления преобладающей трещиноватости пород того или иного горизонта.

В случае, когда геолого-промысловые показатели совместно с палеотектоническими показателями (ориентация направлений разгрузки тектонических напряжений в историческом аспекте) тех или иных отложений ориентированы в определенном направлении, то линеаменты и их зоны данной ориентации привязываются к трещиноватости этих отложений.

Определение стратиграфической приуроченности того или иного направления линейных элементов к тем или иным горизонтам позволяет построить карту прогнозной трещиноватости, где выделяются зоны с различной интенсивностью прогнозной трещиноватости, разграниченные соответствующими изолиниями ее плотности.

В **четвертой** главе приведены геолого-тектоническое строение и нефтеносность Южно-Татарского свода. В геологическом строении принимают участие архейские, протерозойские (средне- и верхнедевонские; нижне-, средне- и верхнекаменноугольные; нижне- и верхнепермские) и кайнозойские (неогеновые и четвертичные) образования. На дневную поверхность выходят пермские и четвертичные отложения.

Породы кристаллического фундамента вскрываются глубокими скважинами под мощной толщей палеозойских и реже – протерозойских пород. Большой стратиграфический перерыв, существовавший перед отложением среднедевонских осадков, обусловил образование на поверхности кристаллического основания коры выветривания (элювия), мощность которой варьирует от нескольких до 30 метров (скважины 20000 и 20005). Большие мощности элювия приурочены к прогибам древнего заложения.

Рассматриваемые участки приурочены к западному (Тюгеевское месторождение), юго-восточному (Коробковский участок Бавлинского месторождения) склонам и сводовой части (301-303 залежи Ромашкинского месторождения) Южно-Татарского свода, который претерпел многочисленные изменения в развитии на протяжении большого отрезка времени (начиная от архея до настоящего) под воздействием различных процессов тектономагматических эпох (ТМЭ), повлиявших на характер развития исследуемой территории и образования разломов и связанных с ними трещиноватости горных пород.

На Тюгеевском месторождении разрабатываются девонские терригенные, турнейские, башкирские, верейские; в пределах 301-303 залежей – верейские, башкирские и серпуховские; на Коробковском участке Бавлинского месторождения – турнейские отложения.

В **пятой** главе изложены результаты палеоструктурного анализа геологического развития исследуемых площадей.

Палеоструктурные реконструкции развития Тюгеевского месторождения позволили выявить меридионально-северо-восточную доминанту в ориентации дизъюнктивов и линейных структур фундамента и изучаемых комплексов осадочного чехла за временной промежуток от турне по галоген.

На основе палеоструктурных построений установлено, что Куакбашский вал (301-303 залежи) Ромашкинского месторождения сформировался в результате восходящих блоковых движений кристаллического фундамента в Альпийский (неотектонический) этап тектогенеза.

Доминирующее направление развития линейных структур фундамента и рассматриваемых комплексов осадочного чехла меридионально-северо-восточное [2].

В пределах Коробковского участка Бавлинского месторождения в конце Каледонской и начале Герцинской ТМЭ наблюдается доминирование меридиональной и северо-восточной составляющих в простирании анизотропных зон, но в конце Герцинского орогенеза начинает доминировать трещиноватость широтно-северо-западного простирания. В настоящее время широтно-северо-западное направление преимущественной трещиноватости турнейских отложений Коробковского участка является доминирующим.

В **шестой** главе представлены результаты всего комплекса исследований по привязке определенных направлений линеаментной трещиноватости к тектонической трещиноватости разрабатываемых отложений и выделению зон с различной ее интенсивностью (плотностью).

На основе аэрокосмогеологических, палеоструктурных и геолого-промысловых исследований установлено:

- турнейским отложениям Тюгеевского и 301-303 залежей Ромашкинского месторождения свойственно меридионально-северо-восточное направление трещиноватости; зоны с различной интенсивностью прогнозной трещиноватости (**рис. 1**);

- турнейские отложения Коробковского участка Бавлинского месторождения характеризуются широтно-северо-западным направлением преимущественной трещиноватости; зоны плотности прогнозной трещиноватости с соответствующими ее значениями (**рис. 2**).

Седьмая главе посвящена анализу соотношений между продуктивностью горизонтальных скважин и:

- приуроченностью горизонтальных скважин к участкам с различной плотностью прогнозной трещиноватости разрабатываемых отложений;

- углом вскрытия горизонтальными стволами скважин зоны трещиноватости.

Коэффициент продуктивности горизонтальных скважин рассчитывается по формуле:

$$P_{\text{прод.}} = \frac{Q}{(P_{\text{пласт.}} - P_{\text{заб.}})}, \quad \text{где}$$

$P_{\text{прод.}}$ - коэффициент продуктивности, м³/сут·МПа; Q – начальный дебит, м³/сут;

$P_{\text{пласт.}}$ – давление пластовое, МПа; $P_{\text{заб.}}$ – давление забойное, МПа.

Исследования осуществлены для 23 месторождений РТ, в диссертации результаты анализа описываются на примере трех вышеупомянутых месторождений.

При сопоставлении карт прогнозной трещиноватости с контурами залежей нефти наблюдается (**табл.1**) приуроченность наиболее продуктивных горизонтальных скважин к зонам

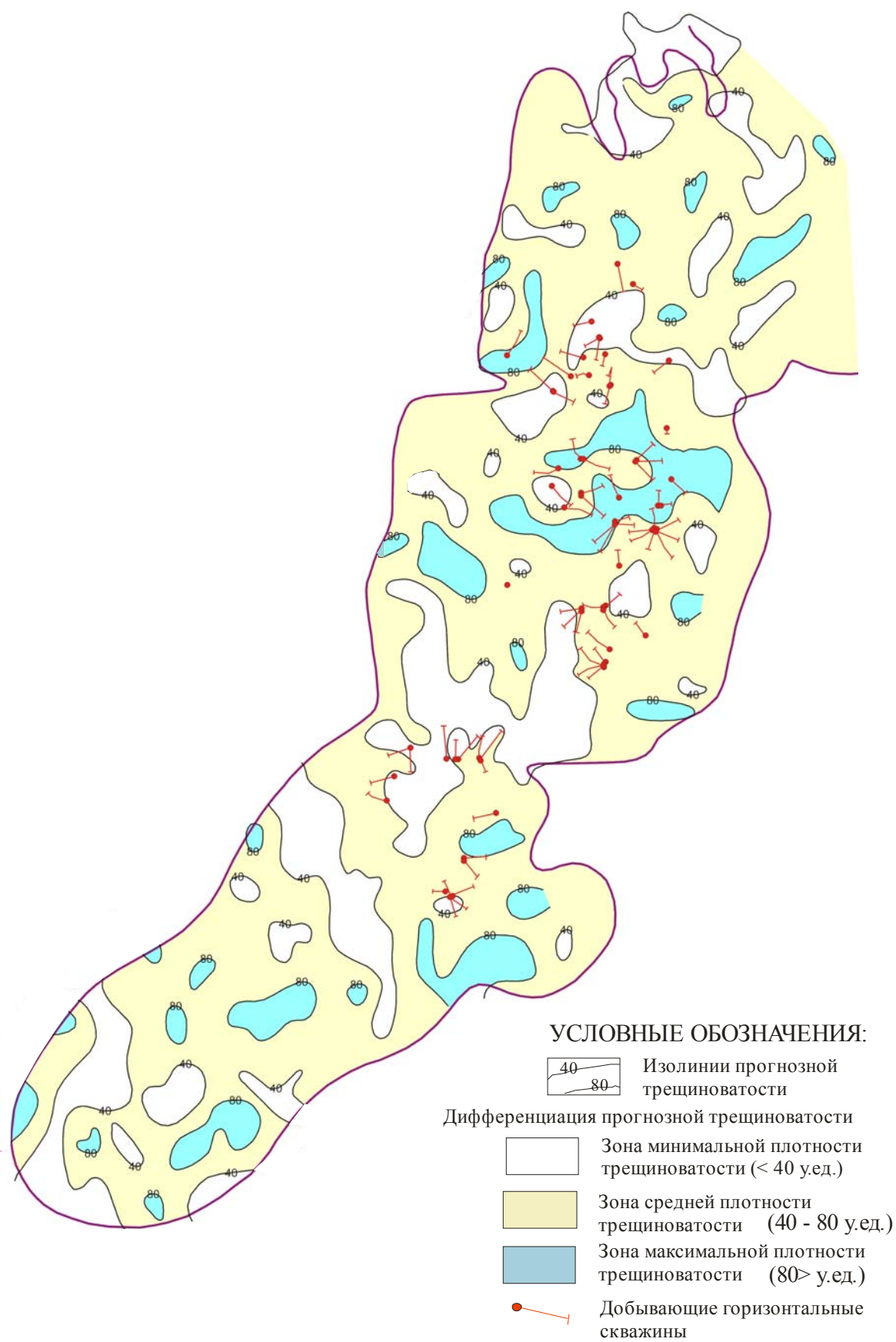


Рис. 1. Карта прогнозной трещиноватости 301-303 залежей
Составила: Стриженюк А. А., 2003 г.

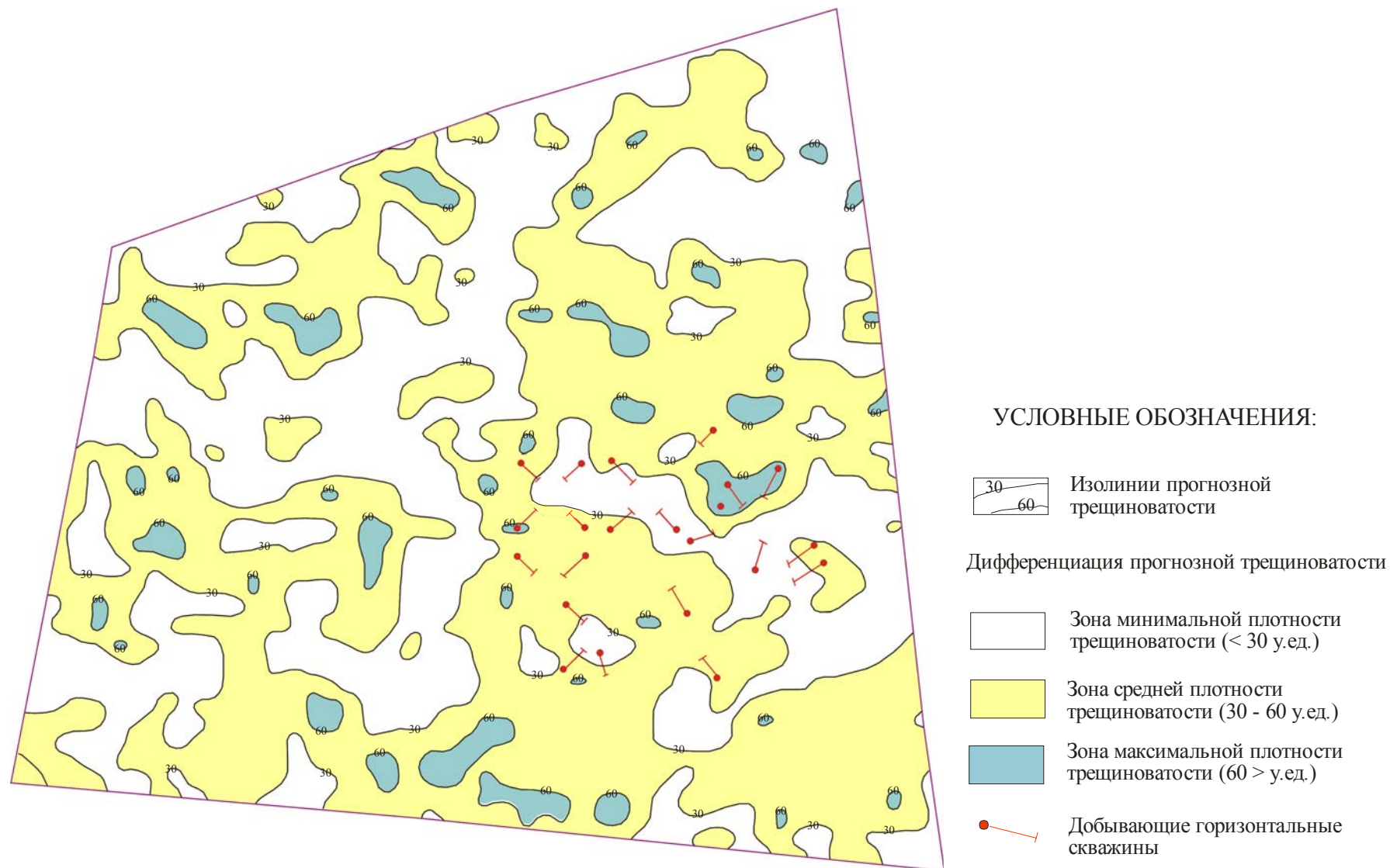


Рис. 2. Карта прогнозной трещиноватости Коробковского участка Бавлинского месторождения
Составила: Стриженюк А. А., 2005 г.

Таблица 1

Соотношение продуктивности горизонтальных скважин и зон прогнозной трещиноватости в пределах исследуемых месторождений

Зона плотности линеаментов	Количество скважин	Горизонт эксплуатации	Начальный дебит нефти т/сут	Коэффициент продуктивности м ³ сут·Мпа
Тюгеевское месторождение				
Средняя	5	C ₁ tur	7,3	8,4
Низкая	1	C ₁ tur	6	6,9
301-303 залежь Ромашкинское месторождение				
Высокая	10	C ₂ sr-C ₂ bch	4,9	6,6
Средняя	43	C ₂ sr-C ₂ bch	6,7	14,2
Низкая	9	C ₂ sr-C ₂ bch	6	7,3
Бавлинское месторождение Коробковский участок				
Высокая	3	C ₁ tur	4	2,6
Средняя	7	C ₁ tur	8,2	9,2
Низкая	11	C ₁ tur	6,6	5,5
Среднее значение по месторождениям:		Высокая	4,4	4,6
		Средняя	7,1	10,1
		Низкая	6,2	6,6

Таблица 2

Соотношение продуктивности ГС относительно угла вскрытия горизонтальными стволами зоны трещиноватости в пределах исследуемых месторождений

Направление преимущественной трещиноватости	Угол вскрытия горизонтальным стволом зоны трещиноватости	Начальный дебит нефти т/сут	Коэффициент продуктивности м ³ сут·Мпа
Тюгеевское месторождение			
меридиональное	под углом	6,7	7,7
северо-восточное	под углом	7,1	8,1
Среднее значение		6,9	7,9
301-303 залежь Ромашкинское месторождение			
меридиональное	под углом	6,5	12,4
северо-восточное	под углом	6,3	11,9
Среднее значение		6,4	12,2
меридиональное	параллельно	5,8	10,1
северо-восточное	параллельно	6,3	11,5
Среднее значение		6,1	10,8
Бавлинское месторождение Коробковский участок			
широтное	под углом	6,8	6,6
северо-западное	под углом	7	6,7
Среднее значение		6,9	6,7
широтное	параллельно	6,7	1,1
северо-западное	параллельно	6,8	5,9
Среднее значение		6,8	3,5
Среднее значение по месторожд.	под углом	6,7	8,9
	параллельно	6,4	7,1

средних значений плотности трещиноватости. У скважин, находящихся в зонах с минимальными и максимальными значениями линеаментной трещиноватости, продуктивность снижается [5].

Оценка зависимости между продуктивностью горизонтальных скважин и углами вскрытия горизонтальными стволами зоны трещиноватости разрабатываемых отложений свидетельствует (табл.2), что продуктивность горизонтальных скважин, стволы которых заложены под определенными углами относительно зоны трещиноватости, больше в 1,3 раза продуктивности скважин, стволы которых ориентированы относительно зоны трещиноватости параллельно [6].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

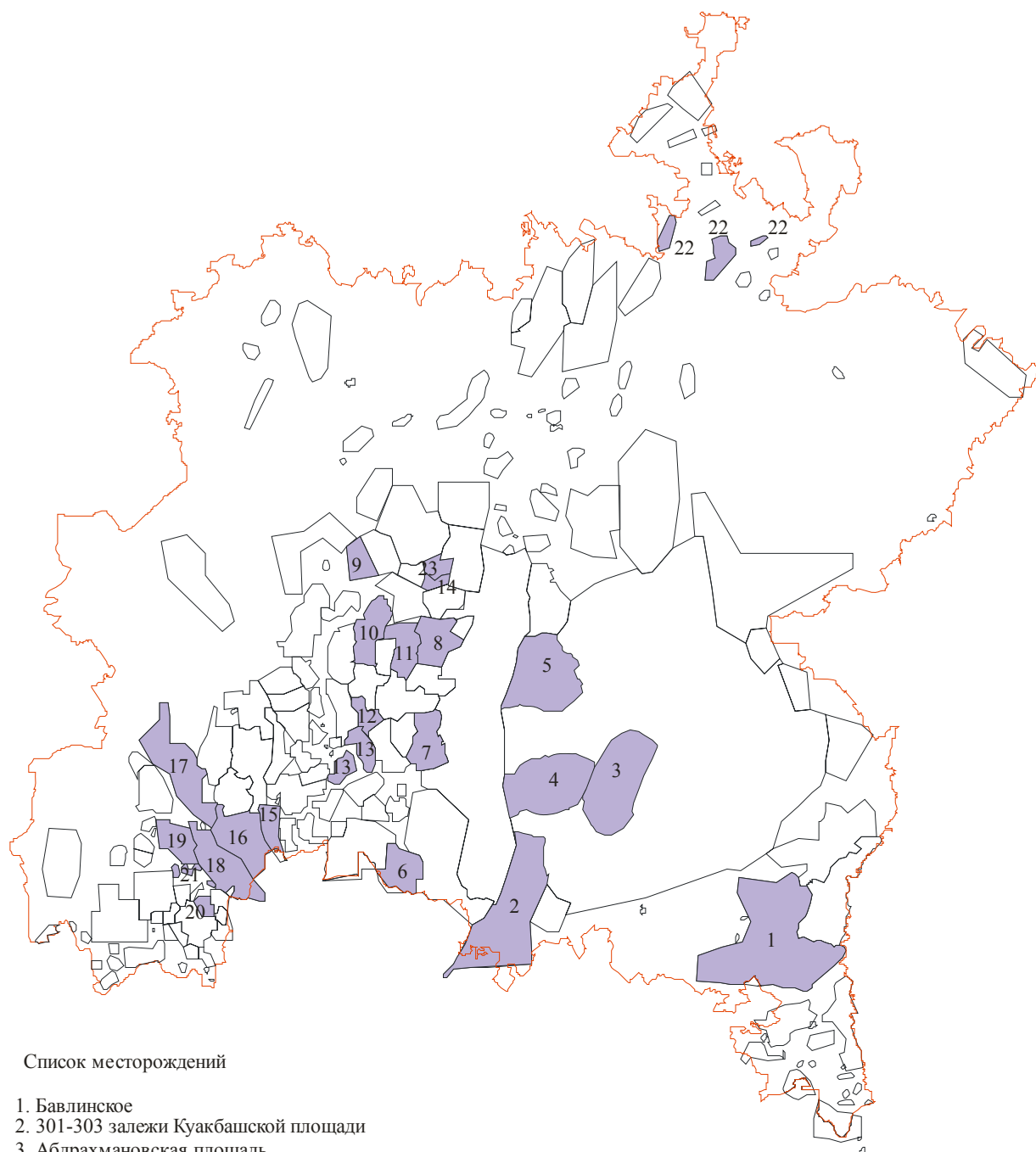
1. Разработана и апробирована (23 месторождения) методика выявления интенсивности и преимущественного направления трещиноватости нефтегазоносных карбонатных отложений комплексом аэрокосмогеологических, палеоструктурных и геолого-промысловых исследований (рис.3).

Технология позволяет по результатам структурного дешифрирования материалов дистанционных съемок:

- картировать блоковое строение фундамента и осадочного чехла;
- определять направление преимущественной трещиноватости конкретных отложений по разрезу и по площади;
- дифференцировать территорию по интенсивности тектонической трещиноватости разрабатываемых отложений;
- рационально размещать рекомендуемые к бурению горизонтальные скважины.

Научная новизна и практическая ценность разработки в том, что до настоящего времени не было методических приемов привязки определенных направлений линеаментов к тектонической трещиноватости конкретных стратиграфических подразделений осадочной толщи. Это затрудняло эффективно использовать линеаментную сеть в прогнозе интенсивности и направлений преимущественной трещиноватости разрабатываемых отложений.

Представленное методическое сопровождение может быть использовано не только при составлении технологических схем разработки месторождений с применением горизонтального бурения, но и в эколого-гидрогеологических исследованиях для выявления участков разуплотнения водовмещающих отложений зоны активного водообмена. Перспективно применение и в области индикаторных исследованиях для трассирования направлений движения «меченой» жидкости, что помогает регулировать фронт и объемы закачки вод в объект эксплуатации для поддержания пластового давления.



Список месторождений

- | | |
|---------------------------------------|--------------------------|
| 1. Бавлинское | 17. Аксубаево-Мокшинское |
| 2. 301-303 залежи Куакбашской площади | 18. Нурлатское |
| 3. Абдрахмановская площадь | 19. Пионерское |
| 4. 221-залежь Минибаевской площади | 20. Аделяковское |
| 5. 444-залежь Березовской площади | 21. Максат |
| 6. Чегодайское | 22. Азев-Салаушское |
| 7. Ерсубайкинское | 23. Восточно-Макаровское |
| 8. Онбийское | |
| 9. Уратминское | |
| 10. Тавельское | |
| 11. Тюгеевское | |
| 12. Красногорское | |
| 14. Верхнеуратминское | |
| 15. Старо-кадеевское | |
| 16. Кутушское | |

Рис.3. Схема изученности месторождений нефти Татарстана комплексом аэрокосмогеологических исследований

2. Установлены на Тюгеевском, Бавлинском месторождениях, 301-303 залежах Ромашкинского месторождения пороговые значения плотности трещиноватости пород (разграничивают зоны ее дифференциации), которые определяются региональным тектоническим положением конкретного месторождения.

3. Проведен по построенным картам прогнозной трещиноватости разрабатываемых отложений Тюгеевского, 301-303 залежей Ромашкинского и Коробковского участка Бавлинского месторождений сравнительный анализ зависимости между коэффициентом продуктивности горизонтальных скважин и:

- зонами различной плотности прогнозной трещиноватости разрабатываемых отложений;
- углами вскрытия горизонтальными стволами зоны трещиноватости разрабатываемых отложений.

Выявлено:

- продуктивность горизонтальных скважин, пробуренных в зонах средней плотности трещиноватости вскрываемых отложений, больше продуктивности скважин, пробуренных в зонах высокой или минимальной плотности.

- продуктивность горизонтальных скважин, стволы которых заложены под определенными углами относительно зоны трещиноватости, больше продуктивности скважин, стволы которых вскрывают зоны преимущественной трещиноватости параллельно.

Диссертационное обобщение свидетельствует, что комплекс аэрокосмогеологических, палеоструктурных и геолого-промысловых исследований объективно решает задачу прогнозирования зон трещиноватости карбонатных отложений и повышает эффективность освоения, в том числе горизонтальными скважинами, нефтяных месторождений.

Основные опубликованные работы по теме диссертации:

1. Мингазов М.Н., Хворонова Т.Н., Стриженок А.А., Аношина М.М., Минуллин Р.М. Прогноз интенсивности и направлений преимущественной трещиноватости разрабатываемых отложений залежей 221 и 444 Ромашкинского месторождения // Нефтяное хозяйство, №. 1, 2006. С. 19-21.

2. Мингазов М.Н., Ибрагимов Р.Л., Каримов М.Ж., Хворонова Т.Н., Стриженок А.А., Аношина М.М. Уточнение геологического строения Куакбашского вала на основе комплекса исследований // Нефтяное хозяйство, 2007, № 1. С.25-29.

3. Стриженок А.А., Мингазов М.Н. Прогнозирование трещиноватости карбонатных отложений комплексом АКГИ и геолого-промысловых исследований (на примере Тюгеевского и Онбийского месторождений) // Нетрадиционные коллекторы нефти, газа и природных битумов. Проблемы их освоения: Тез. докл. междуна. науч.- практич. конф.- Казань, 2005. С. 259-262 .

4. Стриженок А.А. Изучение фильтрационно-емкостных характеристик разрабатываемых отложений комплексом индикаторных и аэрокосмогеологических исследований // «Мы - геологи XXI века»: Тез. докл. науч.- практ. конф. молодых геологов, - Казань, 2003. С. 43-45.

5. Стриженок А.А. Прогнозирование трещиноватости карбонатных отложений комплексом АКГИ и геолого-промысловых исследований для оптимизации размещения горизонтальных скважин (на примере месторождений республики Татарстан) // Докл. юбил. науч.-практич. конф. – Бугульма, 2006. С. 88-90.

6. Стриженок А.А., Мингазов М.Н., Хворонова Т.Н. Прогнозирование тектонической трещиноватости карбонатных отложений для оптимизации размещения горизонтальных скважин // Нефтяное хозяйство, 2007, № 3. С. 30-31.

7. Шалин П.А., Антонов Г.П., Стриженок А.А., Хворонова Т.Н. Применение линеamentного анализа при интерпретации результатов индикаторных исследований межскважинного пространства // Тез. докл. научн.-практ. конф. IX межд. спец. выст. «Нефть, газ. Нефтехимия – 2002», - Казань: Меридиан - Экспресс, 2002. С. 241-247.